

- 1 -

明 細 書

輸送機械用骨格構造部材及びその製造方法

技術分野

本発明は、鉄道車両、産業車両、船舶、航空機、自動車、自動二輪車等の輸送機械用骨格構造部材及びその製造方法に関する。

背景技術

骨格構造部材として、骨格部材に粉粒体を充填した技術が、例えば、特開 2002-193649 公報、米国特許第 4610836 号明細書、米国特許第 4695343 号明細書において知られている。

図 16 は、特開 2002-193649 公報に開示された骨格構造部材を構成する固形化粉粒体を示している。

この固形化粉粒体 200 は、粉粒体 201 と、これらの粉粒体 201 を固形にするために粉粒体 201 のそれぞれの間に満たした樹脂、接着剤等のバインダ 202 とで構成され、粉粒体 201 を構造的に密に型に投入した後、バインダ 202 を流し込んで形成する。この固形化粉粒体 200 は、車体等の骨格部材内に挿入することで骨格構造部材を形成するものであり、車体の強度、剛性の向上を図る。

図 17 は、米国特許第 4610836 号明細書、及び米国特許第 4695343 号明細書に開示された骨格構造部材を構成する固形化粉粒体を示している。

この固形化粉粒体 210 は、接着剤 211 をコーティングした粉粒体としてのガラス製の小球体 212 からなる。これらの小球体 212 をガラス繊維製のクロスで包み、骨格部材内に満たすことで骨格構造部材が形成される。

しかし、図 16 に示した固形化粉粒体 200 では、粉粒体 201 のみの場合に比べてバインダ 202 の分だけ重量が増す。図 17 に示した固形化粉粒体 210 も同様に、小球体 212 のみの場合よりも接着剤 211 の分だけの重量が増す。このため、これらの固形化粉粒体 200, 210 を用いた骨格構造部材の重量増

- 2 -

が大きくなる。

また、粉粒体 2 0 1 又は小球体 2 1 2 を密に充填すれば、固形化粉粒体 2 0 0, 2 1 0 の剛性が高められるが、閉空間に粉粒体 2 0 1 又は小球体 2 1 2 を満たすには、外部から加圧する等の手段を講じなければならず、容易ではない。

次に、上記の固形化粉粒体 2 0 0, 2 1 0 を用いた骨格構造部材を曲げ試験で強制的に曲げ変形させて、骨格構造部材の吸収エネルギー量を求める。

図 1 8 は、骨格構造部材の曲げ試験の方法を示している。曲げ試験は、骨格構造部材 2 2 0 を 2 つの支点 2 2 1, 2 2 1 で支え、これらの支点 2 2 1, 2 2 1 間の中央位置に対応する骨格構造部材 2 2 0 の上面に曲げ試験機の押圧片 2 2 2 を介して下向きの荷重 F を加えて行う。記号 δ は押圧片 2 2 2 のストローク量、即ち下方への変位量である。参照番号 2 2 3 は、骨格構造部材 2 2 0 内に挿入した固形化粉粒体である。

図 1 9 は、骨格構造部材の曲げ試験の結果として得られる荷重と変位量との関係を略式に示している。縦軸は荷重 F 、横軸は変位量 δ を表す。

このグラフでは、変位量 δ が小さいうちは、荷重 F は直線的に急激に立ち上がり、そして、荷重 F の増加は次第に小さくなって最大の荷重 f_1 が発生し、この後は、変形量 δ が大きくなるにつれて、荷重 F は次第に減少し、やがてほぼ一定になる。

立ち上がりの直線部の上端の荷重を L 、直線の角度を α とすると、角度 α が大きいほど、また、荷重 L が大きい（即ち、直線部が長い）ほど骨格構造部材の剛性は大きい。更に、荷重 f_1 が大きいほど、骨格構造部材の強度は大きい。

このグラフ上の線と横軸とで挟まれた部分の面積は、仕事量、即ち骨格構造部材の変形による吸収エネルギー量であり、例えば、車両の骨格構造における衝突時の吸収エネルギー量を求める場合に使用する。

図 2 0 A ~ 図 2 0 D は、骨格構造部材の曲げ試験の結果として得られる荷重と変位量との関係、及び吸収エネルギー量を示したグラフである。

図 2 0 A に示したグラフ中の試料 1 は、図 1 9 に示した骨格構造部材と同一の部材で、例えば中空の四角形断面とし、内部に固形化粉粒体を挿入していない骨格構造部材である。

- 3 -

試料 2 は、試料 1 の最大の荷重 f_1 となる変位量より大きい変位量では、試料 1 よりも荷重 F が大きくなる。

試料 3 は、試料 1 の荷重 f_1 となる変位量より大きい変位量では、試料 2 よりも荷重 F が大きくなる。

これらの試料 1 ～試料 3 の吸収エネルギー量は図 20B に示される。

図 20B においては、縦軸が吸収エネルギー量 E を表す。試料 1 ～試料 3 の各吸収エネルギー量を $e_1 \sim e_3$ とすると、 $e_1 < e_2 < e_3$ となる。

図 20C において、試料 4 は、試料 1 よりも立ち上がりの角度 α (図 19 参照) を大きくし、且つ試料 1 の荷重 f_1 よりも大きな荷重 f_2 を最大値とするものであり、荷重 f_2 のときの変位量より大きな変位量 δ では、次第に試料 1 に重なる。

試料 5 は、試料 4 よりも立ち上がりの角度 α (図 19 参照) を大きくし、且つ試料 4 の荷重 f_2 よりも大きな荷重 f_3 を最大値とするものであり、荷重 f_3 のときの変位量より大きな変位量 δ では、次第に試料 1 に重なる。

これらの試料 1、試料 4 及び試料 5 の吸収エネルギー量は、図 20D に示される。

図 20D においては、縦軸が吸収エネルギー量 E を表す。試料 4、試料 5 の各吸収エネルギー量を e_4 、 e_5 とすると、 $e_1 < e_4 < e_5$ となる。

図 20A ～図 20D より、荷重 F の最大値が大きくなっただけでは吸収エネルギー量の増加は小さいが、荷重 F の最大値を大きくするとともに、最大荷重発生後の荷重を高く維持すれば、吸収エネルギー量の増加を大きくすることができる。

図 21 は、従来の骨格構造部材の曲げ試験における変形状態を示している。

例えば、固形化粉粒体 200 (図 16 も参照) を挿入した骨格構造部材 205 を曲げ試験で変形させた場合、固形化粉粒体 200 を挿入した部分はほとんど変形せず、固形化粉粒体 200 の端部側が大きく変形した。参照番号 206 は大きく変形して屈曲した骨格部材 207 の屈曲部である。

これは、粉粒体の高い充填率とバインダによる強い結合のために、固形化粉粒体 200 を挿入した部分の強度が非常に高まり、固形化粉粒体 200 以外の部

分に歪みが集中したと考えられる。

図 2 2 は、比較例 1 ～ 3 として示した各骨格構造部材の曲げ試験のグラフであり、縦軸は荷重 F 、横軸は変位量 δ を表す。各データの最大の変位量 δ は、変位量 δ を次第に増していった、急激に荷重 F が低下する直前の値を示している。

破線で示した比較例 1 は、中空の四角形断面を有する骨格構造部材で固形化粉粒体を挿入していないものであり、最大の変位量 d_5 は大きい、最大の荷重 f_5 は小さい。

一点鎖線で示した比較例 2 は、図 1 6 及び図 2 1 に示した骨格構造部材、即ち中実の粉粒体をバインダで結合した固形化粉粒体を備えたものであり、粉粒体の結合が強固であるために最大の荷重 f_6 は大きくなるが、曲げ試験の早期に固形化粉粒体以外の部分が局部的に大きく変形することにより最大の変位量 d_6 は小さくなる。

二点鎖線で示した比較例 3 は、図 1 7 に示した骨格構造部材、即ち中実の粉粒体に接着剤をコーティングして結合した固形化粉粒体を備えたものであり、粉粒体の結合が強固なために最大の荷重 f_7 は比較例 2 よりも大きくなるが、比較例 2 と同様に局部的な変形が大きいため、最大の変位量 d_7 は小さい。

図 2 3 は、図 2 2 に示した各骨格構造部材（比較例 1 ～ 比較例 3）の吸収エネルギー量を示す。縦軸は吸収エネルギー量 E を示す。

比較例 1 の吸収エネルギー量を 1.0 としたときに、比較例 2 は比較例 1 よりも小さく、比較例 3 は比較例 1 とほぼ同等の値となった。

このように、比較例 2 及び比較例 3 では、粉粒体が強固に結合するために骨格構造部材の粉粒体充填部分の強度が過度に高まり、曲げ試験の早期に局部崩壊が発生して荷重が急激に低下した結果、吸収エネルギー量は比較例 1 に対して向上しなかった。

そこで、粉粒体の固形化に伴う重量増を抑え、また、骨格部材内に粉粒体を容易に充填でき、しかも、骨格構造部材の吸収エネルギー量を増大させる輸送機械用骨格構造部材及びこの骨格構造部材の製造方法が望まれる。

- 5 -

発明の開示

本発明においては、輸送機械の骨格部材内及び／又は骨格部材とその周囲のパネル部材とで囲まれる空間に、複数の粉粒体を結合して固めた固形化粉粒体を配置した骨格構造部材であって、固形化粉粒体は、各粉粒体同士が表面融解により結合するとともに膨張により内圧を発生させる輸送機械用骨格構造部材が提供される。

このように、粉粒体同士が表面融解により結合するため、粉粒体同士を結合する接着剤や樹脂等のバインダを必要とせず、固形化に伴う重量増を抑えることができる。また、粉粒体の膨張により内圧を発生させるため、加圧を伴う充填を必要とせず、骨格部材内、空間内に粉粒体を容易に満たすことができる。更に、固形化粉粒体に外部から荷重が作用した場合に、固形化していた粉粒体は表面融解部が剥がれて粉粒体単体となって流動性を備えるようになり、外部からの荷重により発生する歪みを拡散して歪みの集中を防ぐことができる。従って、骨格構造部材をほぼ均等に且つ大きな変形量まで変形させることができる。このとき、上記内圧によって骨格部材壁の内側への変形を抑制できるために、大きな変位量まで大きな荷重を支えることができ、従来に比較して、骨格構造部材の吸収エネルギー量を増大させることができる。

更に、本発明においては、輸送機械の骨格部材内及び／又は骨格部材とその周囲のパネル部材とで囲まれる空間に、複数の粉粒体を結合して固めた固形化粉粒体を配置する骨格構造部材の製造方法であって、液体又は固体からなる芯物質を被膜で包み込んだ粉粒体を未膨張の状態で、骨格部材内及び／又は空間内へ投入する工程と、粉粒体を加熱することで膨張させる工程と、を含む輸送機械用骨格構造部材の製造方法が提供される。

粉粒体を加熱し、膨張させることにより、芯物質を気化させれば、固形化粉粒体を構成する各粉粒体は中空になり、固形化に伴う重量増を抑えることができる。また、粉粒体が膨張することにより骨格部材、空間に内圧が発生するため、加圧を伴う充填を必要とせず、骨格部材内、空間内に粉粒体を容易に満たすことができる。更に、固形化粉粒体に外部から荷重が作用した場合に、中実の粉粒体を用いるよりも、固形化粉粒体の強度が過度に大きくなり、しかも、外部から

- 6 -

作用する荷重によって固形化粉粒体を構成する粉粒体が次第に変形しながら流動するようになり、外部からの荷重により発生する歪みを拡散して歪みの集中を防ぐことができる。従って、固形化粉粒体の強度が急激に変化せず、大きな変位量まで大きな荷重を支えることができ、従来に比較して、骨格構造部材の吸収エネルギー量を増大させることができる。

図面の簡単な説明

図 1 は、本発明に係る輸送機械用骨格構造部材の斜視図である。

図 2 は、図 1 の 2 - 2 線に沿った骨格構造部材の断面図である。

図 3 は、図 1 の 3 - 3 線に沿った骨格構造部材の断面図である。

図 4 は、本発明に係る固形化粉粒体の結合状態を示した断面図である。

図 5 は、本発明に係る粉粒体の変化を示した作用図である。

図 6 は、本発明に係る骨格構造部材の製造方法を示した作用図である。

図 7 A は、実施例に係る骨格構造部材の曲げ試験を実施した後の状態を示した図である。

図 7 B は、比較例に係る骨格構造部材の曲げ試験を実施した後の状態を示した図である。

図 7 C (a) は、実施例に係る骨格構造部材の曲げ試験時に発生する歪みを示した図である。

図 7 C (b) は、比較例に係る骨格構造部材の曲げ試験時に発生する歪みを示した図である。

図 8 A ~ 図 8 C は、本発明に係る骨格構造部材の曲げ試験時における変形状態を示した図である。

図 9 は、本発明に係る骨格構造部材の曲げ試験終了後の変形状態を示した断面図である。

図 10 は、本発明に係る骨格構造部材の曲げ試験を示したグラフである。

図 11 A 及び図 11 B は、本発明に係る骨格構造部材を車両に適用した実施例を示した斜視図である。

図 12 A ~ 図 12 E は、本発明に係る骨格構造部材をフロントサイドフレー

- 7 -

ムに採用した実施例の断面図である。

図 1 3 A～図 1 3 D は、本発明に係る骨格構造部材をリヤフレームに採用した実施例の断面図である。

図 1 4 A～図 1 4 C は、本発明に係る骨格構造部材をセンタピラーに採用した実施例の断面図である。

図 1 5 A～図 1 5 C は、本発明に係る骨格構造部材をルーフサイドレールに採用した実施例の断面図である。

図 1 6 は、従来の骨格構造部材を構成する第 1 の固形化粉粒体の断面図である。

図 1 7 は、従来の骨格構造部材を構成する第 2 の固形化粉粒体の断面図である。

図 1 8 は、骨格構造部材の曲げ試験の方法を示した図である。

図 1 9 は、骨格構造部材の曲げ試験における荷重と変位量との関係を示したグラフである。

図 2 0 A～図 2 0 D は、骨格構造部材の曲げ試験における荷重と変位量との関係、及び吸収エネルギー量を示したグラフである。

図 2 1 は、従来の骨格構造部材の曲げ試験における変形状態を示した図である。

図 2 2 は、比較例 1～3 の各骨格構造部材の曲げ試験における荷重と変位量との関係を示したグラフである。

図 2 3 は、比較例 1～3 の各骨格構造部材の曲げ試験における吸収エネルギー量を示したグラフである。

発明を実施するための最良の形態

図 1 は、中空とした骨格部材 1 1 内に固形化粉粒体を充填した輸送機械用骨格構造部材 1 2（以下、単に「骨格構造部材 1 2」と記す。）を示している。参照番号 1 3，1 3 は骨格部材 1 1 の両端を塞ぐ端部閉塞部材である。

図 2 に示した骨格構造部材 1 2 は、骨格部材 1 1 内に隔壁部材 1 5，1 5 を取付け、これらの隔壁部材 1 5，1 5 の間の空間に固形化粉粒体 1 6 を充填した

- 8 -

ものである。ここでは、固形化粉粒体 16 を骨格構造部材 12 の長手方向の中央に配置した。参照番号 18 は中空の粉粒体であり、実際には外径が 10 ~ 200 μm であるが、説明の都合上、大きく描いた（以下同じ）。

図 3 は、中空の四角形断面とした骨格部材 11 内に、粉粒体 18 をそれぞれ結合させて固形にした固形化粉粒体 16 を充填したことを示している。

図 4 は、加熱による表面融解によって結合した粉粒体 18, 18 を示している。参照番号 21, 21 は粉粒体 18, 18 の中空部、参照番号 22, 22 は粉粒体 18, 18 の表面が融解し固化した固化部である。

図 5 において、粉粒体 25 を加熱すると、膨張して前述の粉粒体 18 が出来る。

粉粒体 25 は、芯物質（液体又は固体）25 a を微粒化し、この芯物質 25 a を被膜 25 b で被覆した（即ち、殻で包み込んだ）、いわゆる「マイクロカプセル」であり、加熱することで、芯物質 25 a が気化し被膜（即ち、殻）25 b が軟化して膨張することで粉粒体 18 となる。

被膜（殻）25 b の組成物としては、熱可塑性樹脂、即ち、(1) アクリル酸、メタクリル酸、イタコン酸、シトラコン酸、マレイン酸、フマル酸、ビニル安息香酸及びこれらの酸のエステル類、(2) アクリルニトリルやメタクリルニトリル等のニトリル類、(3) 塩化ビニル、酢酸ビニル等のビニル化合物、(4) 塩化ビニリデン等のビニリデン化合物、(5) スチレン等のビニル芳香族類、(6) その他としてエチレングリコールジ（メタ）アクリレート、ジエチレングリコールジ（メタ）アクリレート、トリエチレングリコールジ（メタ）アクリレート、ネオペンチルグリコール（メタ）アクリレート、1, 6 ヘキサンジオールジアクリレート、1, 9 ノナンジオールジ（メタ）アクリレート、平均分子量 200 ~ 600 のポリエチレングリコールのジアクリレート、平均分子量 200 ~ 600 のポリエチレングリコールのジメタクリレート、トリメチルプロパンジ（メタ）アクリレート、トリメチルプロパントリ（メタ）アクリレート、ペンタエリストールテトラアクリレート、ジペンタエリストールアクリレート、ジペンタエリストールヘキサアクリレート等、そして、上記の単量体の重合物やそれらの組み合わせによる共重合物が好適である。

- 9 -

また、芯物質 2 5 a としては、エタン、プロパン、ブタン、イソブタン、ペンタン、イソペンタン、ヘキサン、イソヘキサン、オクタン、イソオクタン等の低沸点炭化水素、クロロフルオロカーボンが好適である。

図 6 は、本発明に係る骨格構造部材の製造方法を示している。

まず、骨格部材 1 1 内に粉粒体 2 5 を所定量投入する。次に、骨格部材 1 1 及び粉粒体 2 5 を加熱する。これにより、粉粒体 2 5 が膨張して骨格部材 1 1 内に充填するとともに粉粒体 2 5 同士が表面融解を起こし、冷却した後に、粉粒体 1 8 同士が結合して固形化粉粒体 1 6 を形成し、骨格構造部材 1 2 が出来る。

例えば、車両では、車両骨格部材内に粉粒体 2 5 を投入しておき、車両の塗装を乾燥させるために製造ラインに設けた塗装乾燥路で 1 3 0 ~ 2 0 0 °C に加熱すれば、塗装乾燥の完了とほぼ同時に骨格構造部材が出来る。従って、別に加熱装置を必要とせず、しかも粉粒体 2 5 のための加熱時間も別に必要がないから、コストアップ及び製造工数の増加を抑えることができる。

骨格構造部材 1 2 は、粉粒体 1 8 同士が結合するとともに、粉粒体 1 8 と骨格部材 1 1 の内面とが結合した部材であり、膨張するとき、粉粒体 2 5 同士に圧力が作用するとともに、粉粒体 2 5 から骨格部材 1 1 にも圧力が作用するため、表面融解後の粉粒体 1 8 同士の結合及び粉粒体 1 8 と骨格部材 1 1 の内壁との結合が強固となり、骨格構造部材 1 2 の剛性及び強度を高めることができる。

また、粉粒体 2 5 を熱可塑性樹脂製とすることで低い温度で融解させることができるため、高温を発生させるような特別な加熱装置を必要としない。

更に、上記した粉粒体 1 8 によって骨格構造部材 1 2 内に発生する圧力（内圧）は、骨格部材 1 1 内に投入する粉粒体 2 5 の投入量によって変更することができ、上記の内圧を変更することで、骨格構造部材 1 2 の機械的特性を決定することができる。

図 7 A は、骨格構造部材 1 2 の固形化粉粒体 1 6（図中の破線部）を充填した部分がほぼ円弧状に変形したことを示している。参照番号 2 8 は隔壁部材 1 5，1 5（図 2 参照）を骨格部材 1 1 に取付けるボルトである。

図 7 B は、骨格構造部材 2 0 5 の固形化粉粒体 2 0 0（図中に破線で示した。）を充填した部分はほとんど変形せず、固形化粉粒体 2 0 0 の外側の骨格部

材 2 0 7 が大きく変形したことを示している。参照番号 2 0 8 は固形化粉粒体 2 0 0 を両側から挟み込む隔壁部材（不図示）を骨格部材 2 0 7 に取付けるボルトである。

図 7 C（a）は、模式的に描いた骨格構造部材 1 2 を 2 つの支点 3 1， 3 1 で支え、これらの支点 3 1， 3 1 の間隔の中央位置に対応する骨格構造部材 1 2 の上面に下向きの荷重 F を加えたときに、骨格構造部材 1 2 の支点 3 1， 3 1 間に発生する歪みをグラフとして表している。縦軸は歪み、横軸は骨格構造部材 1 2 の長手方向の位置を表している。

支点 3 1， 3 1 の位置では歪みはゼロであり、この位置から次第に固形化粉粒体 1 6（図中のハッチングを施した部分）に近づくにつれて歪みは徐々に増加し、固形化粉粒体 1 6 の位置では歪みは一定になる。このときの歪みを ε_1 とする。

図 7 C（b）は、模式的に描いた骨格構造部材 2 0 5 を 2 つの支点 2 2 1， 2 2 1 で支え、これらの支点 2 2 1， 2 2 1 の間隔の中央位置に対応する骨格構造部材 2 0 5 の上面に下向きの荷重 F を加えたときに、骨格構造部材 2 0 5 の支点 2 2 1， 2 2 1 間に発生する歪みをグラフとして表している。縦軸は歪み、横軸は骨格構造部材 2 0 5 の長手方向の位置を表している。

支点 2 2 1， 2 2 1 の位置では歪みはゼロであり、この位置から次第に固形化粉粒体 2 0 0 に近づくにつれて歪みは急激に増加し、固形化粉粒体 2 0 0 の両端部近傍の外方位置で歪みは最大になる。このときの歪みを ε_2 とする。

そして、歪みが最大となる位置から固形化粉粒体 2 0 0 の端部までは歪みが減少し、固形化粉粒体 2 0 0 の位置では歪みが一定になる。このときの歪みを ε_3 とする。

以上の図 7 A、図 7 B、図 7 C（a）及び図 7 C（b）において、比較例の骨格構造部材 2 0 5 では、固形化粉粒体 2 0 0 の剛性が過度に大きいために固形化粉粒体 2 0 0 はほとんど変形せず、歪み ε_3 は小さくなるが、骨格部材 2 0 7 が局部的に大きく変形し、歪み ε_2 は非常に大きくなる。従って、曲げ試験の早期に荷重 F は大きく低下する。即ち、吸収エネルギー量は少ない。

これに対して、実施例の骨格構造部材 1 2 では、固形化粉粒体 1 6 の剛性が

比較例の固形化粉粒体 200 に比べて小さく、曲げ試験によって固形化粉粒体 16 が徐々に変形しするとともにほぼ均一に変形するため、比較例の最大の歪み ε_2 に対して最大の歪み ε_1 を抑えることができる。即ち、歪み ε_1 は歪み ε_2 よりも d だけ小さい。従って、実施例の骨格構造部材 12 では、曲げ試験において大きな変位量まで高い荷重を維持することができ、比較例に対して吸収エネルギー量をより増大させることができる。

図 8 A において、骨格構造部材 12 に荷重 F を加える。なお、32 は荷重 F を加えた骨格部材 11 上の加重点である。

図 8 B において、骨格構造部材 12 が撓み、加重点 32 近傍の粉粒体を 18a としたときに、これらの粉粒体 18a …では、粉粒体 18a の固化部 22 (図 4 参照) が剥がれて粉粒体 18a 同士の結合が外れたり、粉粒体 18a 自体が変形 (加重点 32 に近いほど変形は大きい。) して、骨格部材 11 の内部圧力が激増するのを抑える。

図 8 C において、骨格構造部材 12 の撓みが更に大きくなると、粉粒体 18a の固化部の剥がれや粉粒体 18a 自体の変形が進行し、固形化粉粒体 16 (図 8 A 参照) は複数の粉粒体の単体に変化して矢印のように流動し、歪みを拡散させる。従って、大きな変形量まで安定して大きな荷重を維持することができる。

図 9 において、曲げ試験開始前に、固形化粉粒体に、骨格構造部材 12 の長手方向に直角な方向に直線として描いた線 34 ~ 線 38 の変化を見ると、曲げ試験終了後では、例えば、線 37 の両端の点、即ち骨格部材 11 と交わる点を端点 41, 42 とし、これらの端点 41, 42 を通る直線 43 を引いたときに、直線 37 は、直線 43 よりも骨格構造部材 12 の端部側に湾曲していることが分かる。即ち、骨格部材 11 の上部が凹状に変形することで、前述した表面融解部が剥がれた粉粒体や変形した粉粒体は、白抜き矢印で示すように、一方の隔壁部材 15 側に流動したことが分かる。

図 10 に示した実施例 (膨張中空粉 + 表面融解) の骨格構造部材 12 のデータ (実線で示したものである。) は、立ち上がり角度、その立ち上がりの直線部の長さ、最大の荷重 f_9 が、前述の比較例 2 及び比較例 3 とほぼ同等であり、剛性及び強度の点で大きな差は見られない。更に、大きな変位量 δ まで大きな荷重

Fを維持している。これらのことから、本発明の骨格構造部材 1 2 では、比較例 1 ～比較例 3 に比べて吸収エネルギー量をより増大させることができる。

図 1 1 A において、本発明の骨格構造部材は、車体前部のエンジン両側方下方に配置するフロントサイドフレーム 5 1、5 1、車室の両側方下部に配置するサイドシル 5 2、5 2、左右のサイドシル 5 2、5 2 間に渡したフロントフロアクロスメンバ 5 3、サイドシル 5 2、5 2 から立ち上げたセンタピラー 5 4、5 4、サイドシル 5 2、5 2 から後方へ延ばしたリヤフレーム 5 6、5 6 に採用する。

また、図 1 1 B において、本発明の骨格構造部材は、フロントピラー 6 1、6 1、フロントドア（不図示）内及びリヤドア（不図示）内にそれぞれ配置したドアビーム 6 2、6 3、ルーフの両側部に設けたルーフサイドレール 6 4、6 4、左右のルーフサイドレール 6 4、6 4 に渡したルーフレール 6 6、6 7 に採用する。

図 1 2 A ～図 1 2 E は本発明に係る骨格構造部材をフロントサイドフレームに採用した実施例を示している。骨格構造部材としてのフロントサイドフレーム 5 1 の符号 5 1 を、ここでは便宜上、5 1 A ～5 1 E と変更した。フロントサイドフレーム 5 1 A ～5 1 D では、粉粒体 1 8 を、直接に骨格部材内に充填し、フロントサイドフレーム 5 1 E では、粉粒体 1 8 を予め別の骨格部材内に充填した状態で骨格部材内に挿入する。

図 1 2 A に示すフロントサイドフレーム 5 1 A は、アウトパネル 7 1 と、このアウトパネル 7 1 よりもエンジン室側に設けたインナパネル 7 2 とから骨格部材 7 3 を形成し、この骨格部材 7 3 内に粉粒体 1 8 を充填した部材である。なお、フロントサイドフレーム 5 1 A に粉粒体 1 8 を充填する場合に、フロントサイドフレーム 5 1 A の長手方向全体に充填してもよいし、あるいは、フロントサイドフレーム 5 1 A の長手方向に部分的に充填する、即ち、フロントサイドフレーム 5 1 A 内に長手方向に所定間隔を開けて 2 枚の隔壁を設け、これら 2 枚の隔壁間に粉粒体 1 8 を充填してもよい。以下に述べる部位についても同様である。

図 1 2 B に示すフロントサイドフレーム 5 1 B は、斜面 7 5 を設けたアウトパネル 7 6 と、このアウトパネル 7 6 のエンジン室側に設けるとともに斜面 7 7

を形成したインナパネル 7 8 とから骨格部材 8 1 を形成し、この骨格部材 8 1 に粉粒体 1 8 を充填した部材である。

図 1 2 C に示すフロントサイドフレーム 5 1 C は、アウトパネル 7 1 と、インナパネル 7 2 と、これらのアウトパネル 7 1 及びインナパネル 7 2 の内側に取付けた隔壁 8 3 とから骨格部材 8 4 を形成し、アウトパネル 7 1 及びインナパネル 7 2 内の隔壁 8 3 で区画した第 1 室 8 5 及び第 2 室 8 6 のうちの第 1 室 8 5 内に粉粒体 1 8 を充填した部材である。

図 1 2 D に示すフロントサイドフレーム 5 1 D は、図 1 2 C に示したフロントサイドフレーム 5 1 C の第 2 室 8 6 に粉粒体 1 8 を充填した部材である。

図 1 2 E に示すフロントサイドフレーム 5 1 E は、骨格部材 8 8 内に粉粒体 1 8 を充填し、この骨格部材 8 8 を骨格部材 7 3 の内側に配置した部材である。

図 1 3 A ～ 図 1 3 D は本発明に係る骨格構造部材をリヤフレームに採用した実施例を示している。骨格構造部材としてのリヤフレーム 5 6 の符号 5 6 を、ここでは便宜上、5 6 A ～ 5 6 D と変更した。

図 1 3 A に示すリヤフレーム 5 6 A は、パネル部材としてのロアパネル 9 1 と、このロアパネル 9 1 の上部に設けたパネル部材としてのリヤフロアパネル 9 2 との間に粉粒体 1 8 を充填した部材である。

図 1 3 B に示すリヤフレーム 5 6 B は、ロアパネル 9 1 と、このロアパネル 9 1 の上部に取付けたサブロアパネル 9 3 との間に粉粒体 1 8 を充填した部材である。

図 1 3 C に示すリヤフレーム 5 6 C は、ロアパネル 9 1 の上部に取付けたサブロアパネル 9 3 と、このサブロアパネル 9 3 の上部に設けたリヤフロアパネル 9 2 との間に粉粒体 1 8 を充填した部材である。

図 1 3 D に示すリヤフレーム 5 6 D は、ロアパネル 9 1 とリヤフロアパネル 9 2 とで囲まれる閉空間内に骨格部材 9 4 を配置し、この骨格部材 9 4 内に粉粒体 1 8 を充填した部材である。

また、骨格部材 9 4 内には粉粒体 1 8 を充填せず、骨格部材 9 4 とその周囲のパネル部材としてのロアパネル 9 1、リヤフロアパネル 9 2 とで囲まれる空間 9 5 に粉粒体 1 8 を充填してもよく、更には、骨格部材 9 4 内及び空間 9 5 内の

両方に粉粒体 18 を充填してもよい。

図 1 4 A～図 1 4 C は、本発明に係る骨格構造部材をセンタピラーに採用した実施例を示している。骨格構造部材としてのセンタピラー 5 4 の符号 5 4 を、ここでは便宜上、5 4 A～5 4 C と変更した。

図 1 4 A に示したセンタピラー 5 4 A は、アウトパネル 9 6 と、このアウトパネル 9 6 の車室側に配置したインナパネル 9 7 とで骨格部材 9 8 を形成し、この骨格部材 9 8 に粉粒体 18 を充填した部材である。

図 1 4 B に示したセンタピラー 5 4 B は、アウトパネル 9 6 とインナパネル 9 7 との間に補強部材 1 0 1 を取付けることで骨格部材 1 0 2 を形成し、補強部材 1 0 1 とアウトパネル 9 6 との間に粉粒体 18 を充填した部材である。

図 1 4 C に示したセンタピラー 5 4 C は、アウトパネル 9 6 とインナパネル 9 7 との間に補強部材 1 0 1 を取付け、この補強材 1 0 1 とインナパネル 9 7 との間に粉粒体 18 を充填した部材である。

図 1 5 A～図 1 5 C は本発明に係る骨格構造部材をルーフサイドレールに採用した実施例を示している。骨格構造部材としてのルーフサイドレール 6 4 の符号を、ここでは便宜上、6 4 A～6 4 C と変更した。。

図 1 5 A に示したルーフサイドレール 6 4 A は、アウトパネル 1 0 4 と、このアウトパネル 1 0 4 の車室側に配置したインナパネル 1 0 5 とで骨格部材 1 0 6 を形成し、この骨格部材 1 0 6 に粉粒体 18 を充填した部材である。

図 1 5 B に示したルーフサイドレール 6 4 B は、アウトパネル 1 0 4 とインナパネル 1 0 5 との間に補強部材 1 0 7 を取付けることで骨格部材 1 0 8 を形成し、補強部材 1 0 7 とアウトパネル 1 0 4 との間に粉粒体 18 を充填した部材である。

図 1 5 C に示したルーフサイドレール 6 4 C は、アウトパネル 1 0 4 とインナパネル 1 0 5 との間に補強部材 1 0 7 を取付けることで骨格部材 1 0 8 を形成し、補強部材 1 0 7 とインナパネル 1 0 5 との間に粉粒体 18 を充填した部材である。

図 2～図 4 で説明したように、本発明は、輸送機械の骨格部材 1 1 内及び／又は骨格部材 1 1 とその周囲のパネル部材（例えば、図 1 3 D に示したロアパネ

ル 9 1、リヤフロアパネル 9 2）とで囲まれる空間（例えば、図 1 3 D に示した空間 9 5）に、複数の粉粒体 1 8 を結合して固めた固形化粉粒体 1 6 を配置した骨格構造部材 1 2 であって、固形化粉粒体 1 6 を、各粉粒体 1 8 同士が表面融解により結合するとともに膨張により内圧を発生させるものとしたことを特徴とする。

粉粒体 1 8 同士が表面融解により結合するため、粉粒体同士を結合する接着剤や樹脂等のバインダを必要とせず、固形化に伴う重量増を抑えることができる。

また、粉粒体 1 8 の膨張により内圧を発生させるため、加圧を伴う充填を必要とせず、骨格部材 1 8 内、空間（例えば、空間 9 5）内に粉粒体 1 8 を容易に満たすことができる。

更に、固形化粉粒体 1 6 に外部から荷重が作用した場合に、固形化していた粉粒体 1 8 は表面融解部が剥がれて粉粒体単体又は固形化物の小片となって流動性を備えるようになり、外部からの荷重により発生する歪みを拡散して歪みの集中を防ぐことができる。

従って、骨格構造部材 1 2 をほぼ均等に且つ大きな変形量まで変形させることができる。このとき、上記内圧によって骨格部材壁の内側への変形を抑制するために、大きな変位量まで大きな荷重を支えることができ、従来に比較して、骨格構造部材 1 2 の吸収エネルギー量を増大させることができる。

また、本発明は、図 5 及び図 6 で説明したように、輸送機械の骨格部材 1 1 内及び／又は骨格部材 1 1 とその周囲のパネル部材（例えば、図 1 3 D に示したフロアパネル 9 1、リヤフロアパネル 9 2）とで囲まれる空間（例えば、図 1 3 D に示した空間 9 5）に、複数の粉粒体 1 8 を結合して固めた固形化粉粒体 1 6 を配置する骨格構造部材 1 2 の製造方法であって、液体又は固体からなる芯物質 2 5 a を被膜 2 5 b で包み込んだ粉粒体 2 5 を未膨張の状態で、骨格部材 1 1 内及び／又は空間（例えば、空間 9 5）内へ投入する工程と、粉粒体 2 5 を加熱することで膨張させる工程とから構成したことを特徴とする。

粉粒体 2 5 を加熱し、膨張させることにより、芯物質 2 5 a を気化させれば、固形化粉粒体 1 6 を構成する各粉粒体 1 8 は中空になり、固形化に伴う重量増を抑えて骨格構造部材 1 2 の軽量化を図ることができる。

- 16 -

また、粉粒体 2 5 が膨張することにより骨格部材 1 1、空間に内圧が発生するため、加圧を伴う充填を必要とせず、骨格部材 1 1 内、空間内に粉粒体 1 8 を容易に満たすことができる。従って、骨格構造部材 1 2 の生産性を向上させることができる。

更に、固形化粉粒体 1 6 に外部から荷重が作用した場合に、中実の粉粒体を用いるよりも、固形化粉粒体 1 6 の強度が過度に大きくなり、しかも、外部から作用する荷重によって固形化粉粒体 1 6 を構成する粉粒体 1 8 が次第に変形しながら流動するようになり、外部からの荷重により発生する歪みを拡散して歪みの集中を防ぐことができる。従って、固形化粉粒体 1 6 の強度が急激に変化せず、大きな変位量まで大きな荷重を支えることができ、従来に比較して、骨格構造部材 1 2 の吸収エネルギー量を増大させることができる。

本発明の実施例においては、骨格部材内に粉粒体をそのまま投入したが、これに限らず、袋（ゴム製、ポリエチレン等の樹脂製、紙製のもの）や容器に予め詰めた状態で骨格部材内に投入してもよい。

産業上の利用可能性

以上説明したように、上記骨格構造部材及びその製造方法は、重量増を抑え、骨格部材内に粉粒体を容易に充填でき、骨格構造部材の吸収エネルギー量を増大させるため、各種輸送機械に用いるのに適している。

- 17 -

請 求 の 範 囲

1. 輸送機械の骨格部材内及び／又は骨格部材とその周囲のパネル部材とで囲まれる空間に、複数の粉粒体を結合して固めた固形化粉粒体を配置した骨格構造部材であって、

前記固形化粉粒体は、各粉粒体同士が表面融解により結合するとともに膨張により内圧を発生させることを特徴とする輸送機械用骨格構造部材。

2. 輸送機械の骨格部材内及び／又は骨格部材とその周囲のパネル部材とで囲まれる空間に、複数の粉粒体を結合して固めた固形化粉粒体を配置する骨格構造部材の製造方法であって、

液体又は固体からなる芯物質を被膜で包み込んだ前記粉粒体を未膨張の状態で、前記骨格部材内及び／又は前記空間内へ投入する工程と、

前記粉粒体を加熱することで膨張させる工程と、
を含む輸送機械用骨格構造部材の製造方法。

1/15

図 1

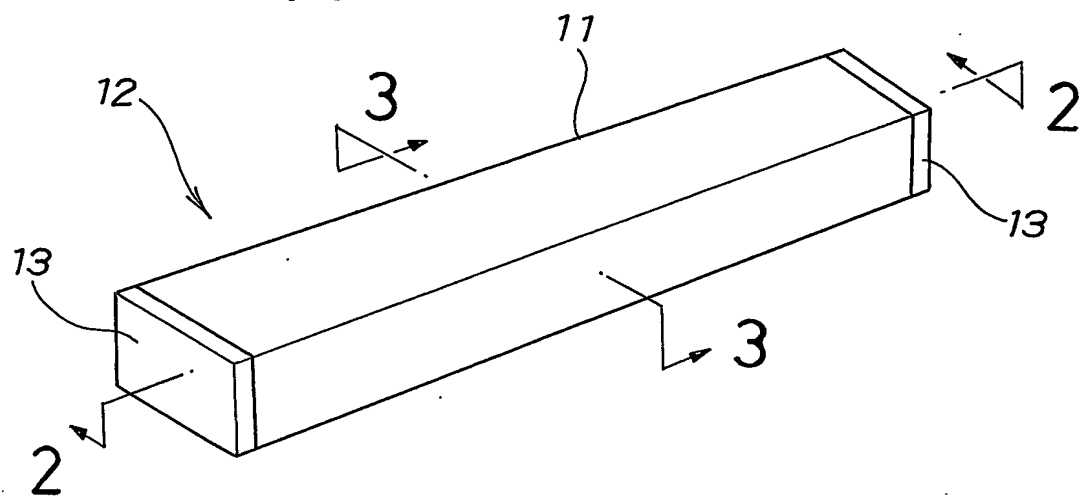


図 2

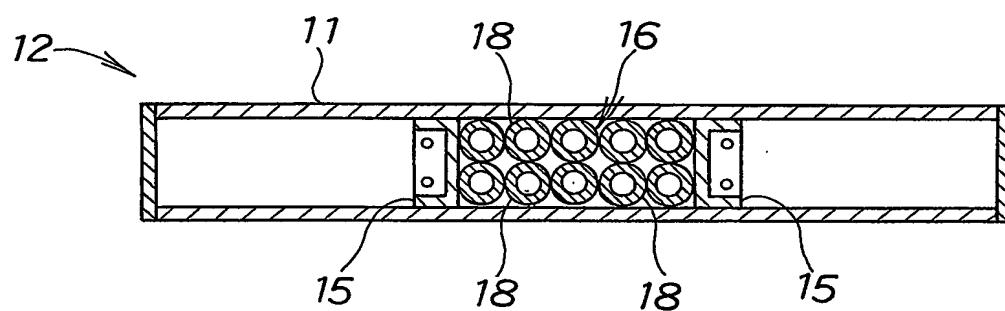
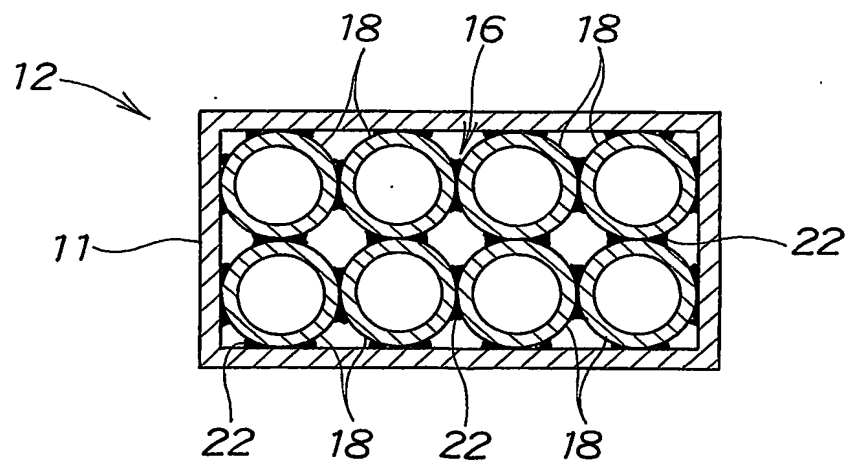


図 3



2/15

図 4

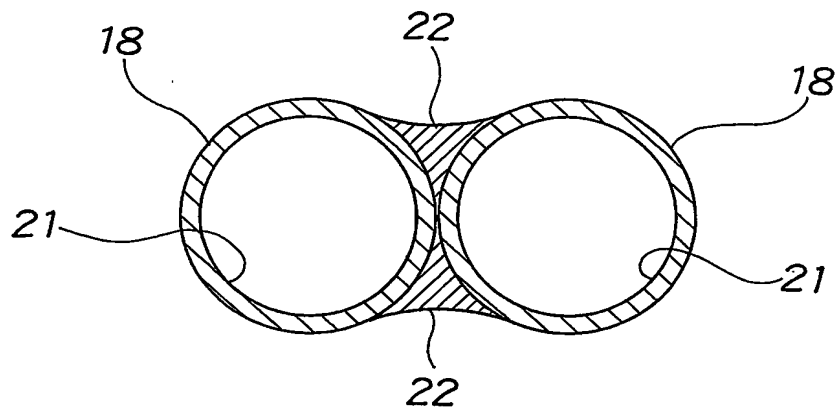


図 5

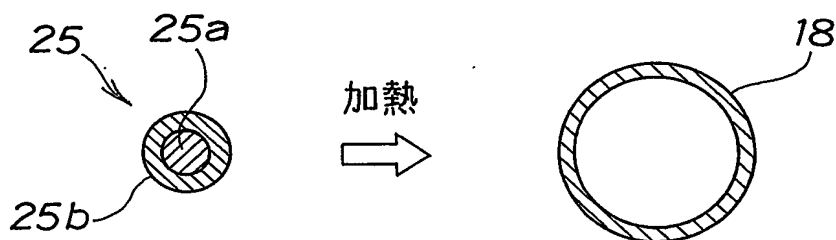


図 6

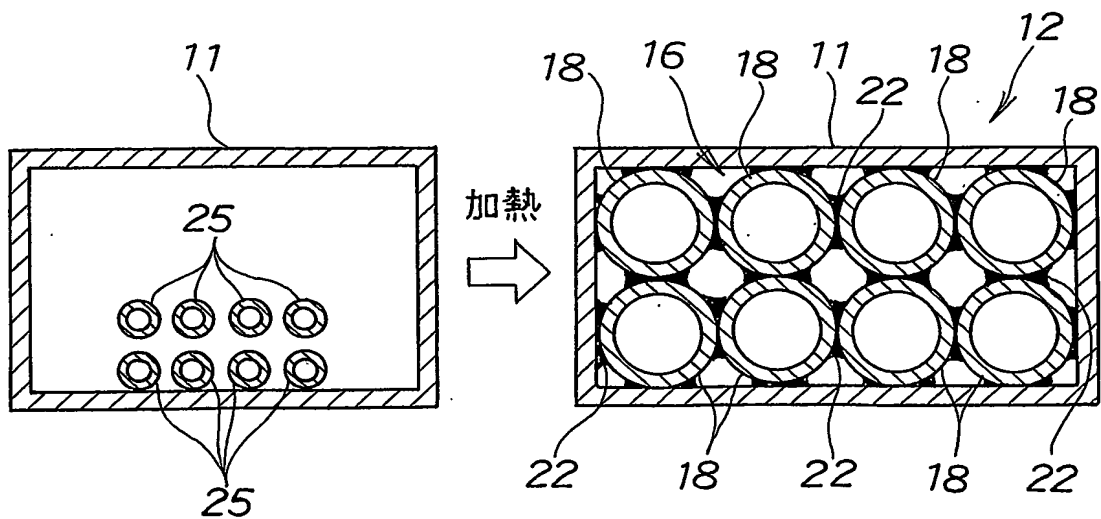


図 7A

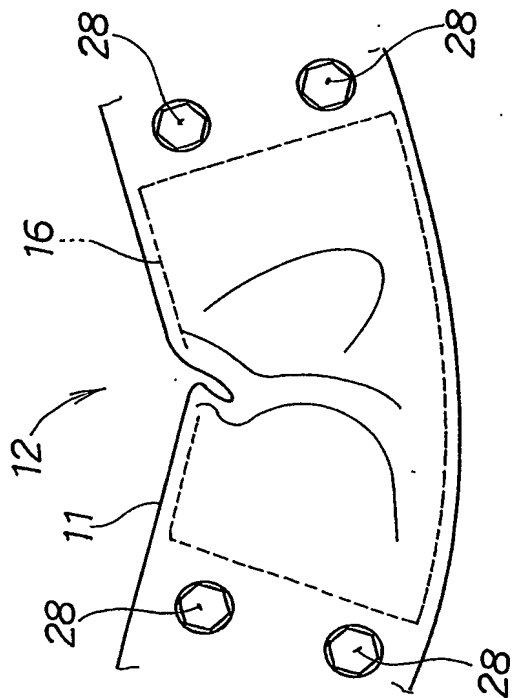


図 7B

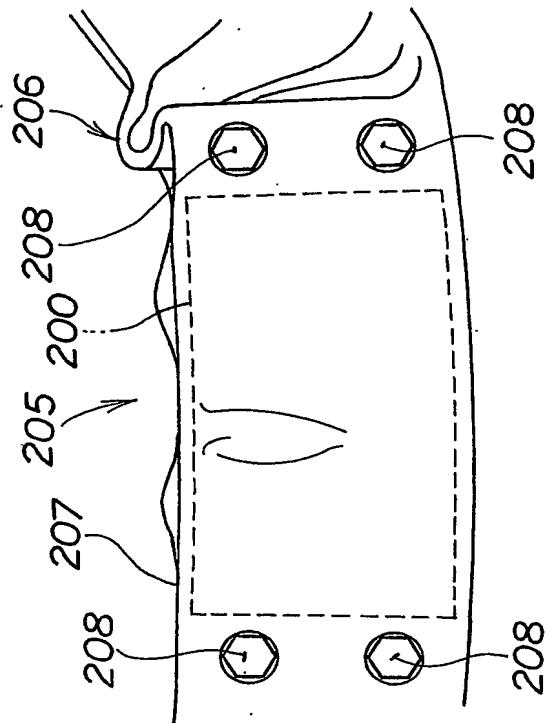
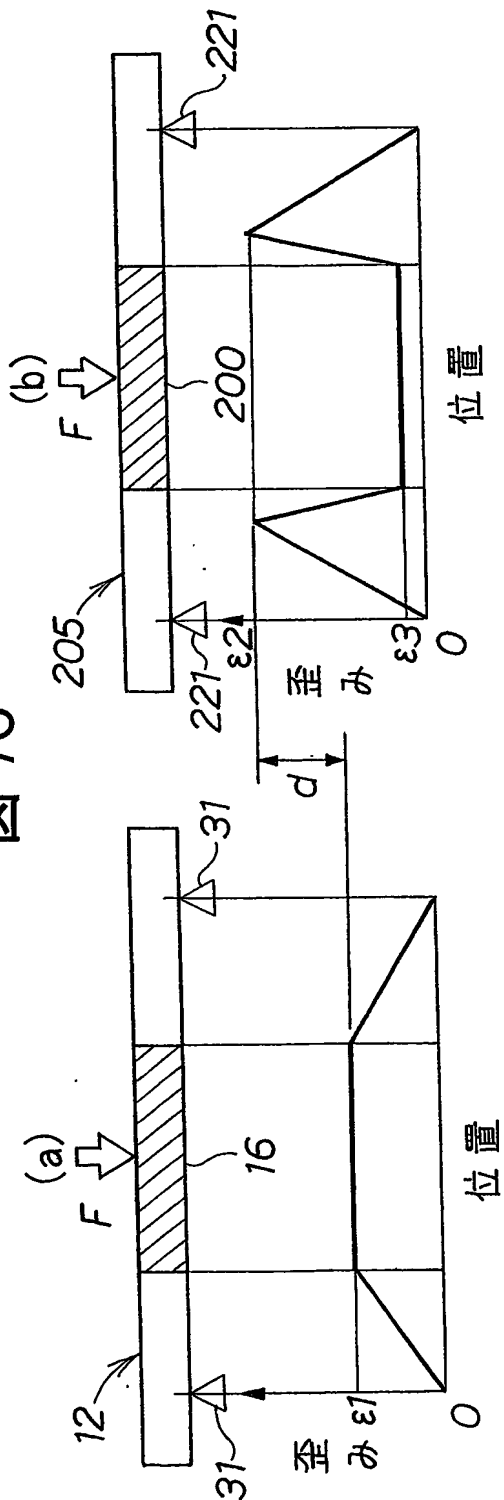


図 7C



4/15

図 8A

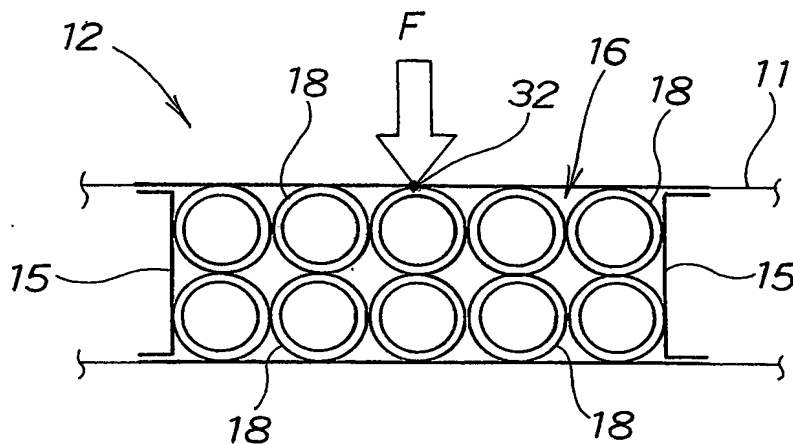


図 8B

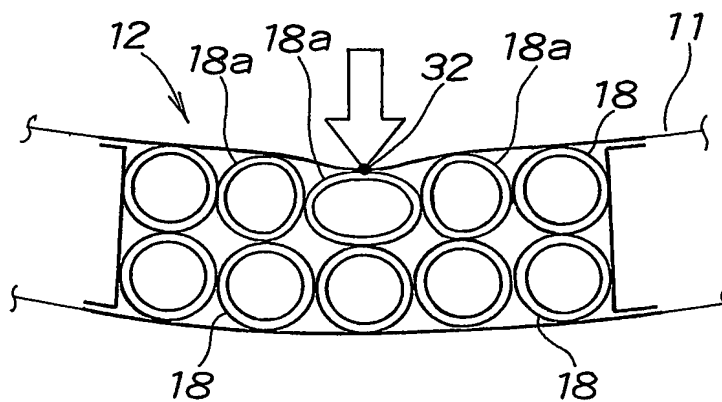
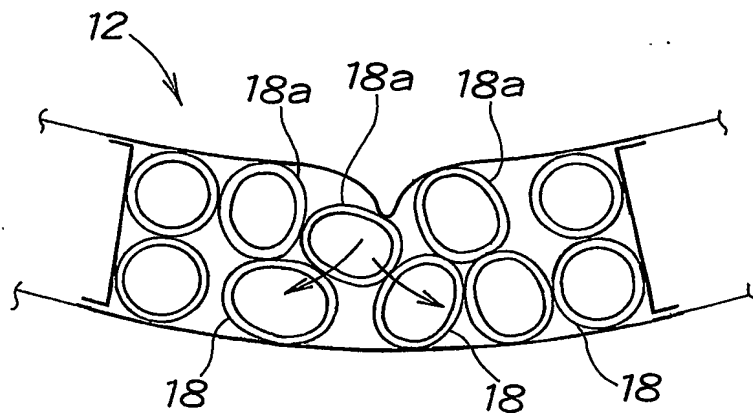


図 8C



5/15

図 9

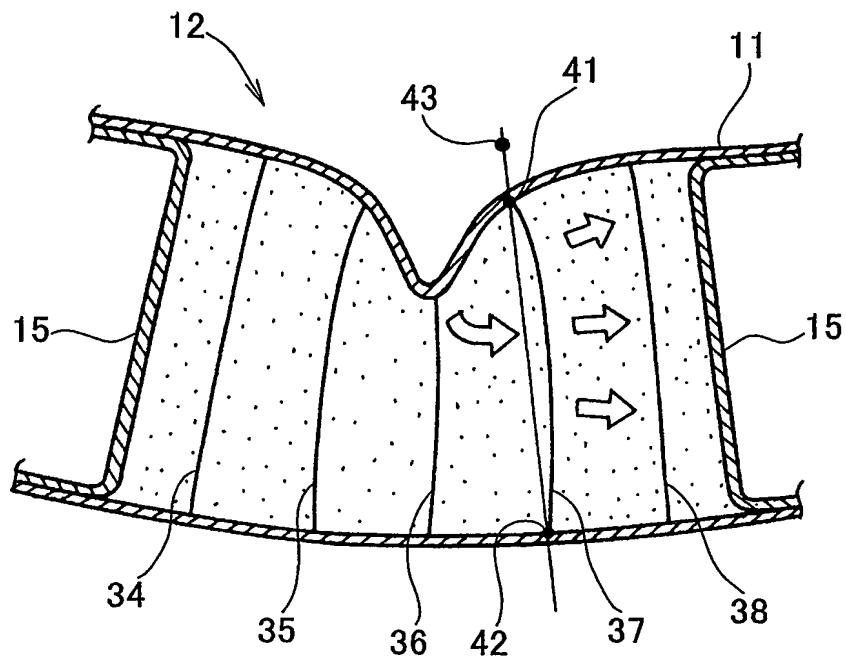
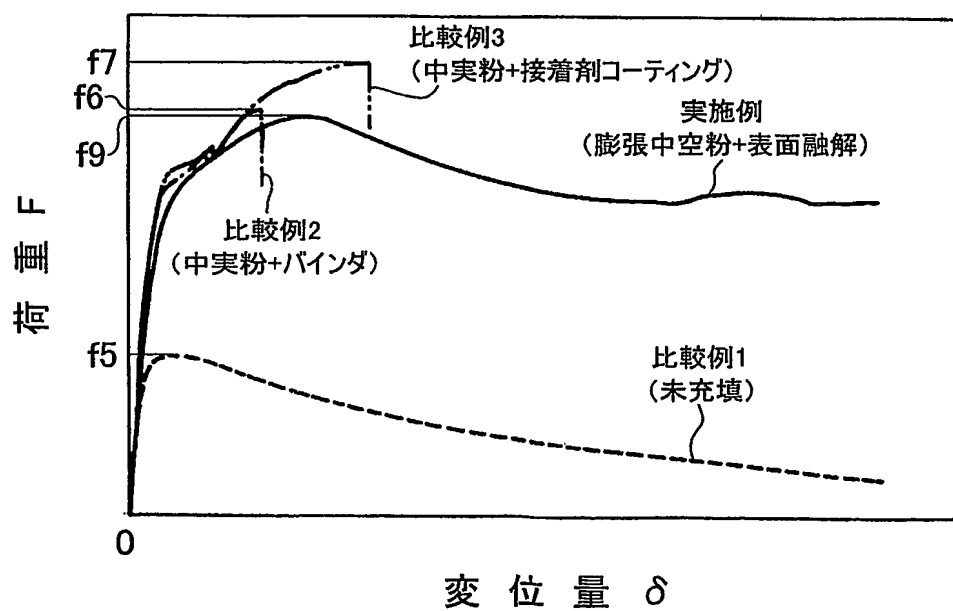


図 10



6/15

図 11A

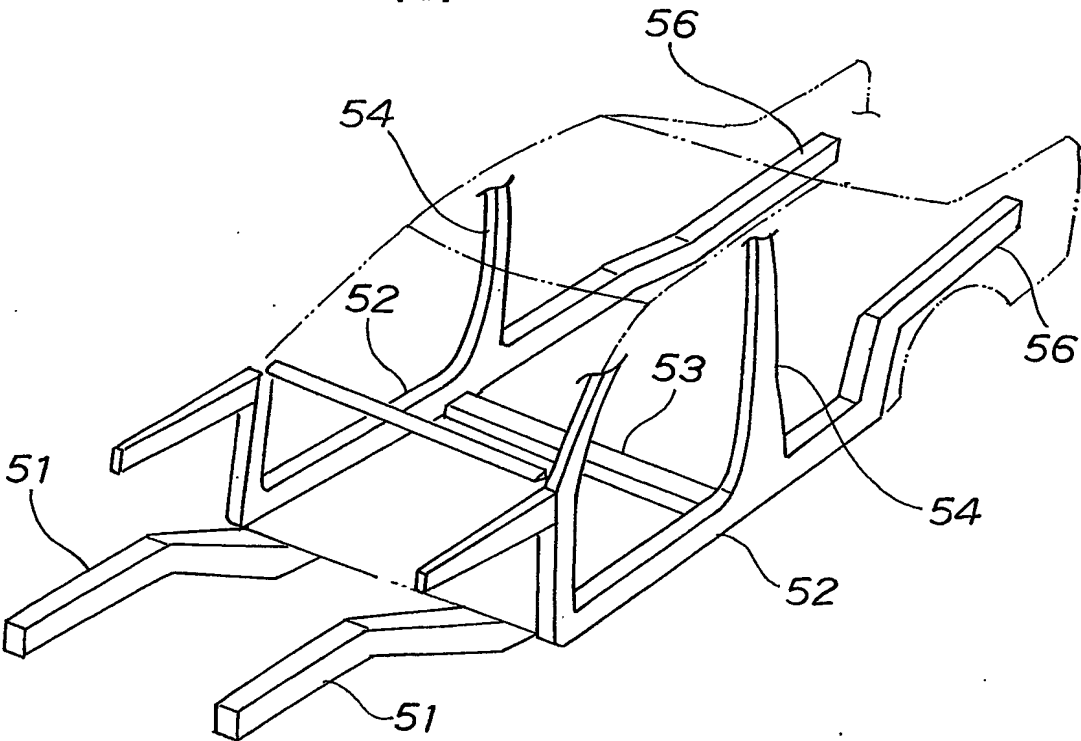
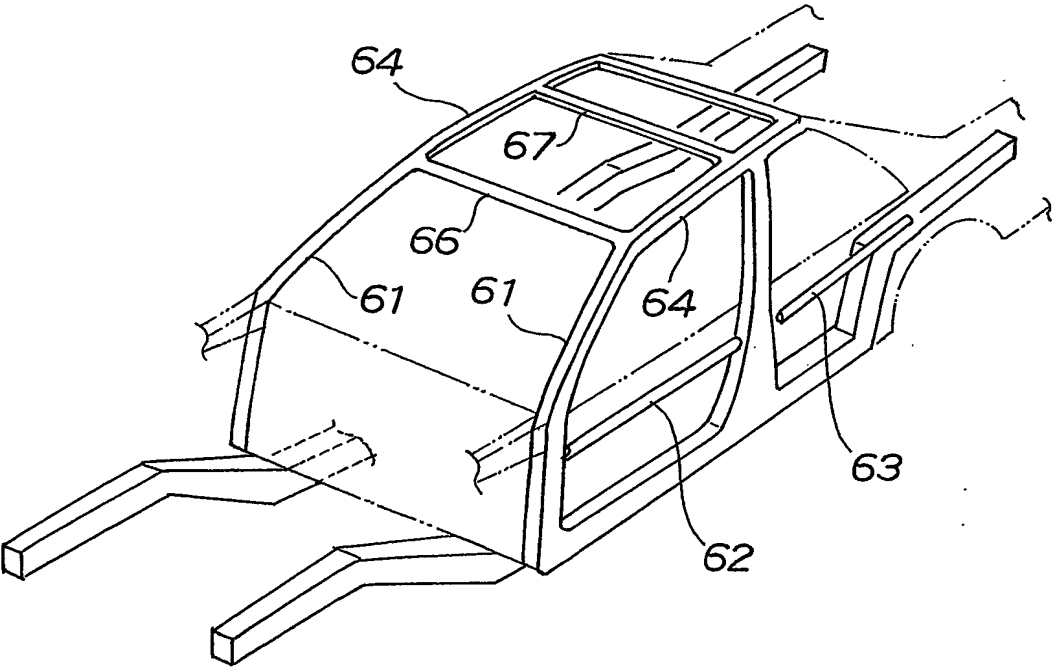


図 11B



7/15

図 12A

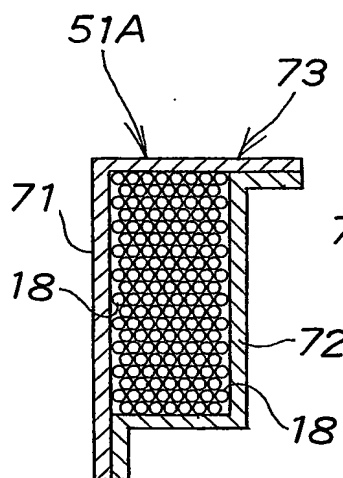


図 12B

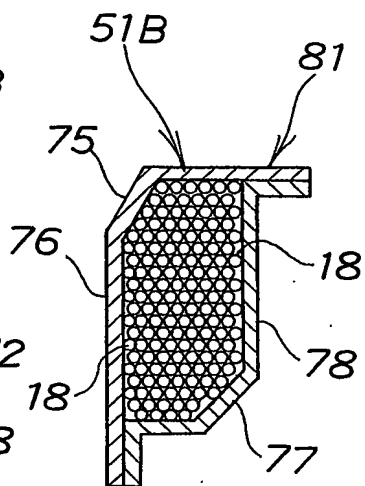


図 12C

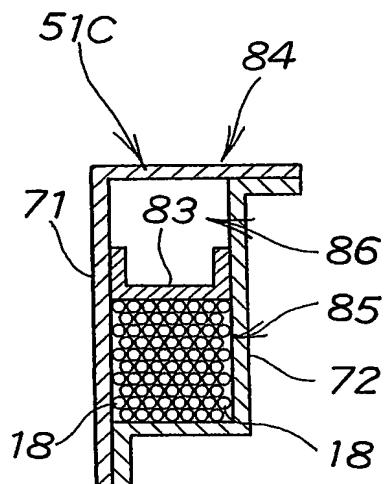


図 12D

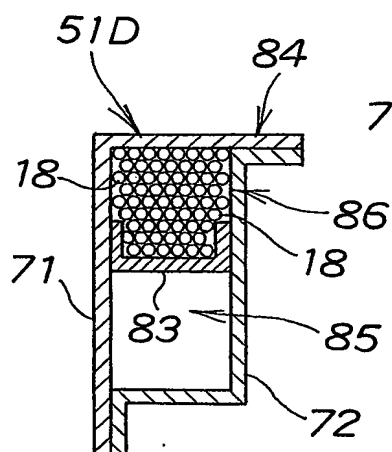


図 12E

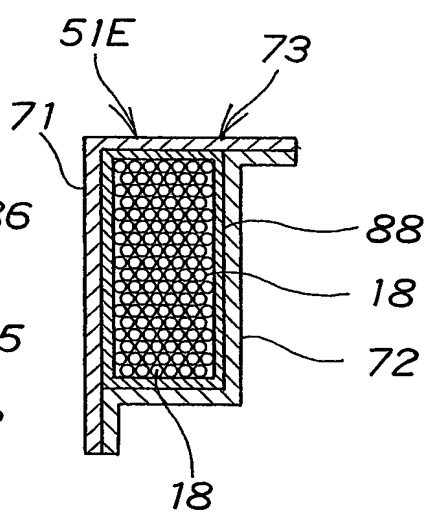


図 13A

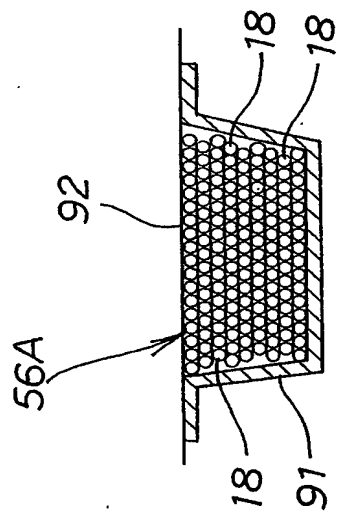


図 13B

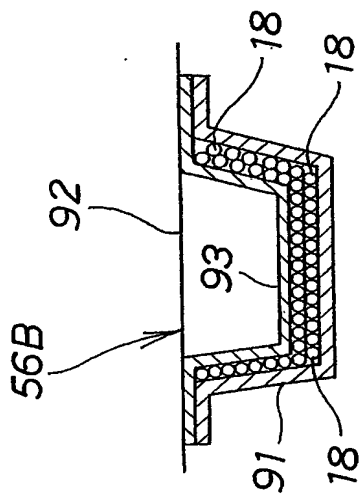


図 13C

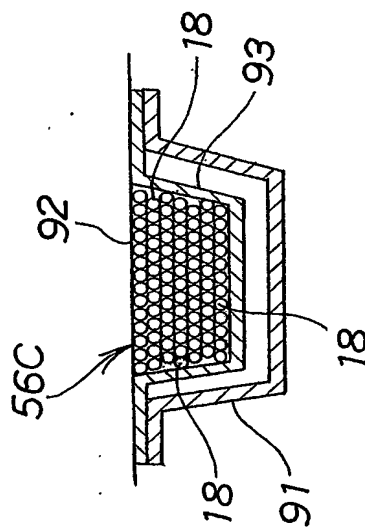


図 13D

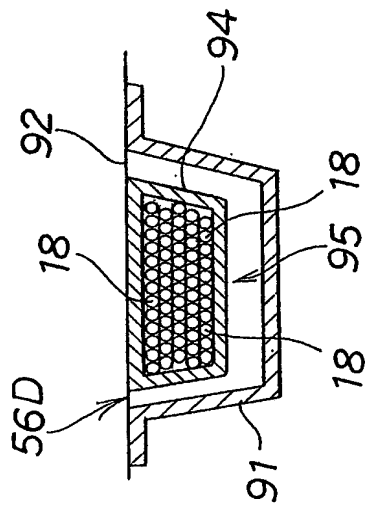
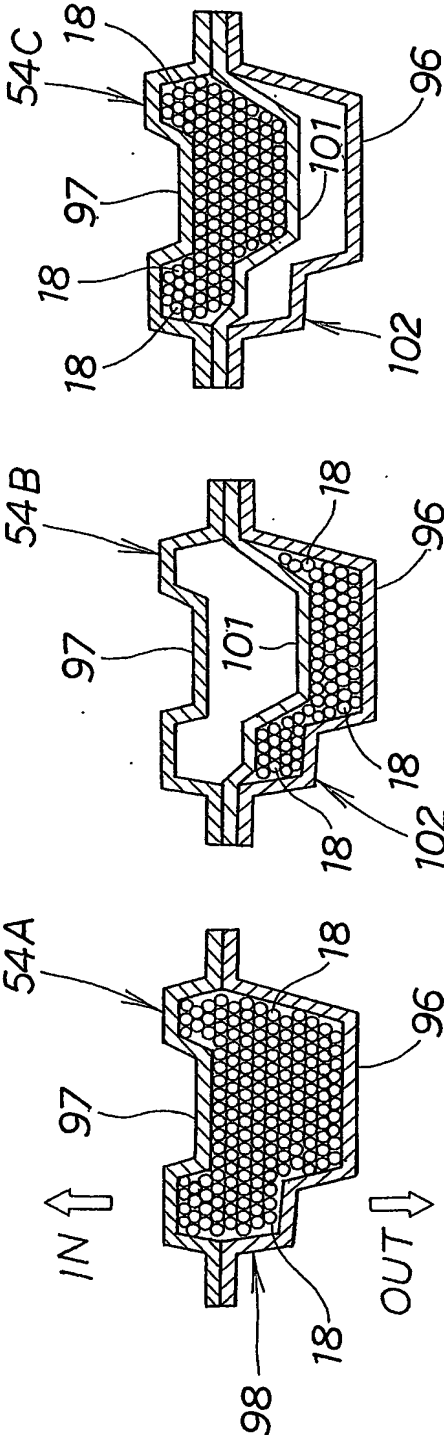


図 14A 図 14B 図 14C



11/15

図16
(先行技術)

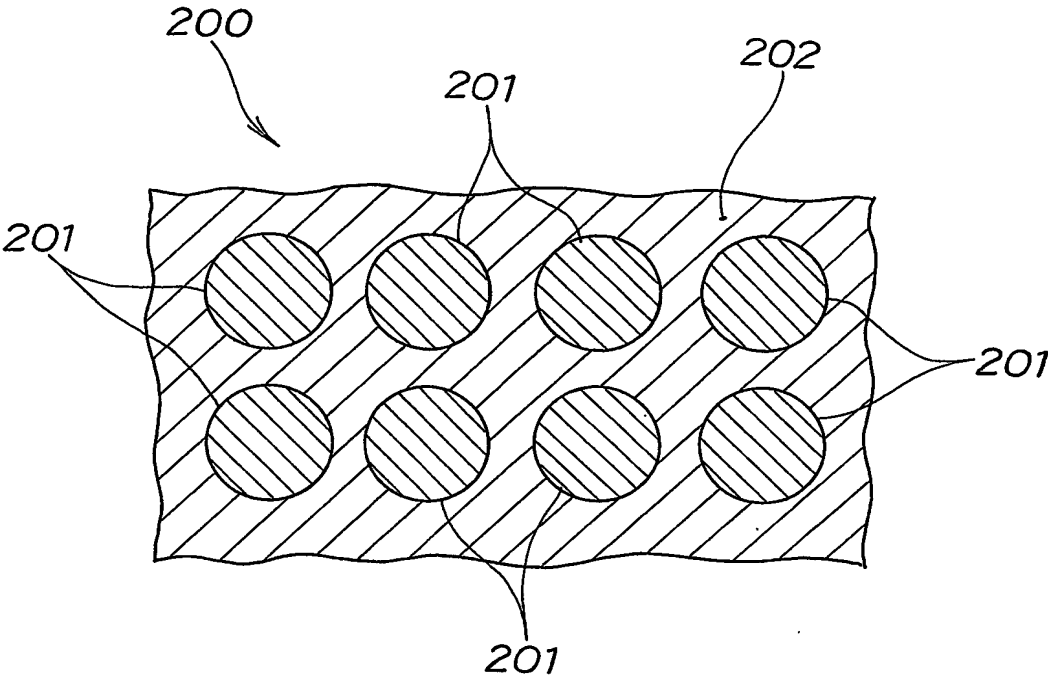
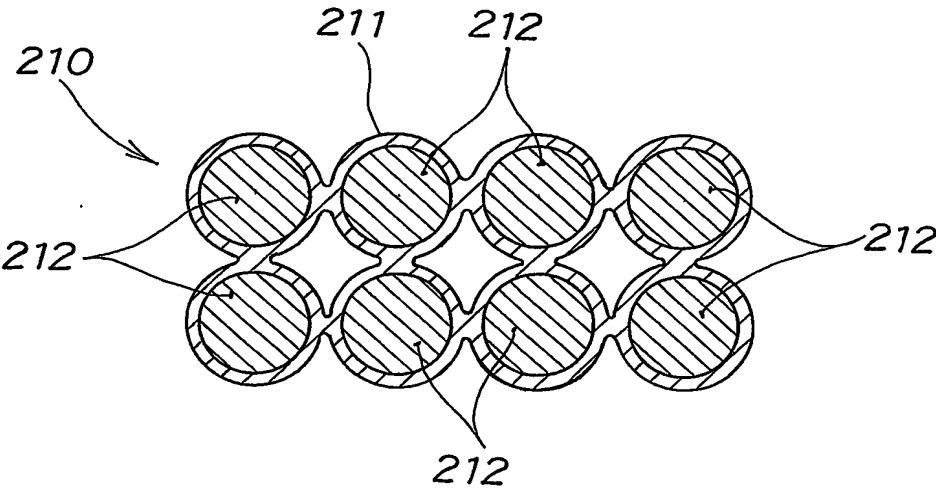


図17
(先行技術)



12/15

図18
(先行技術)

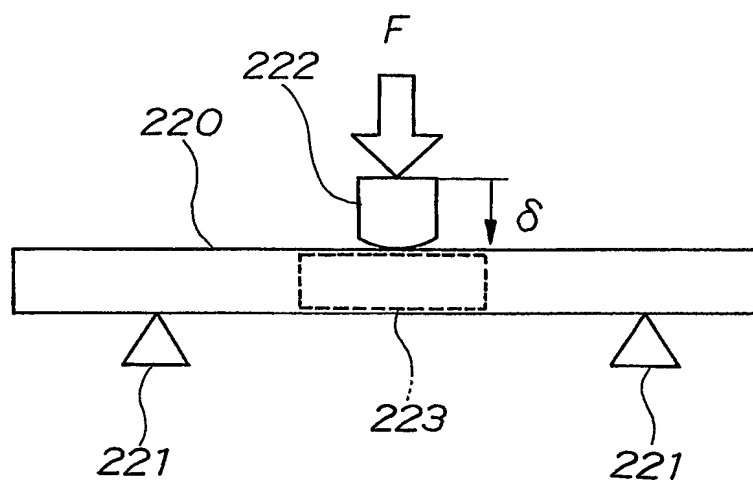


図19
(先行技術)

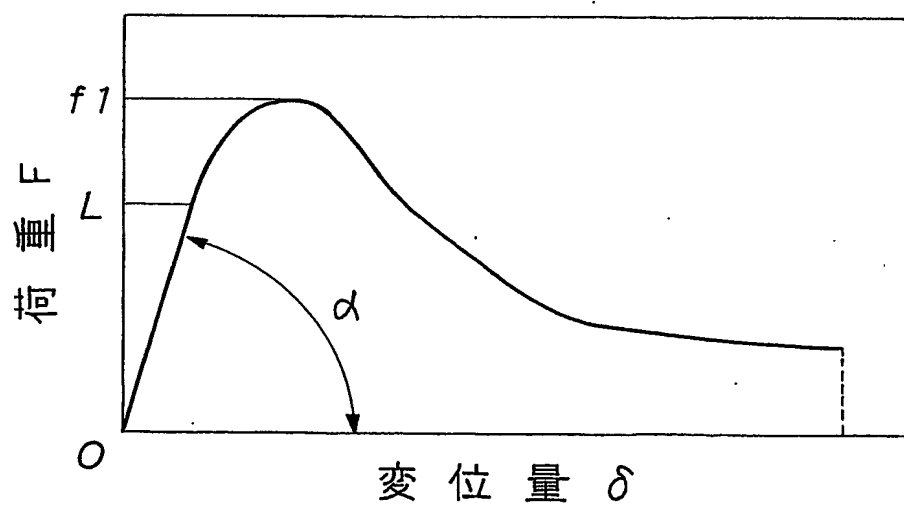


図 20A
(先行技術)

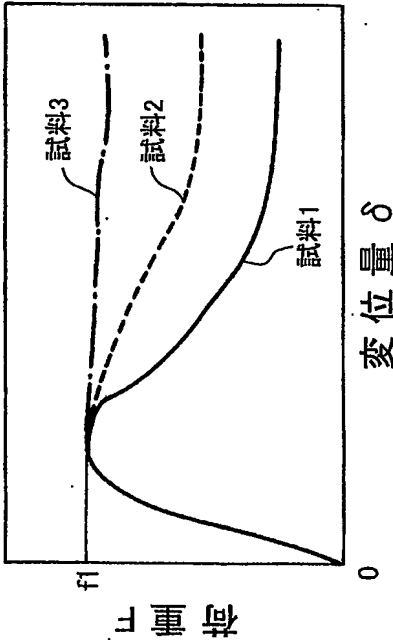


図 20B
(先行技術)

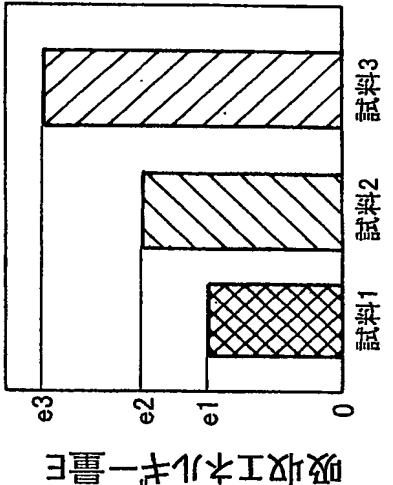


図 20C
(先行技術)

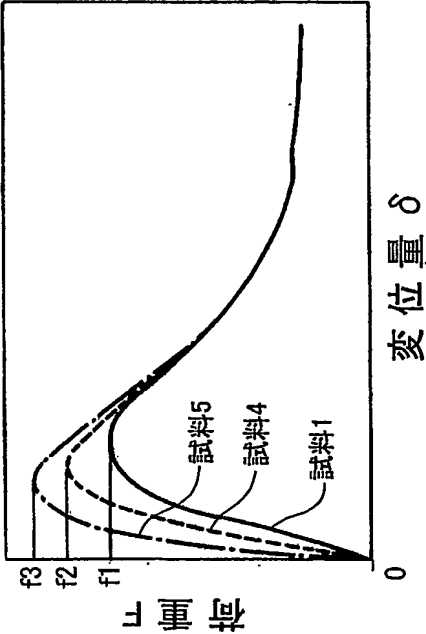
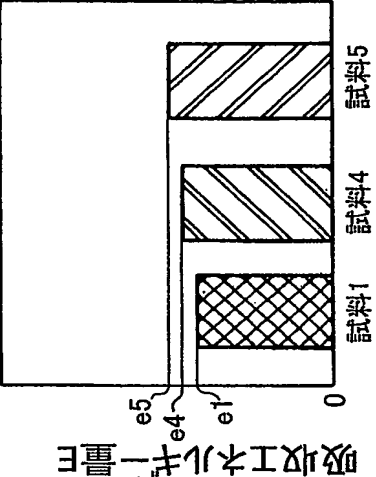
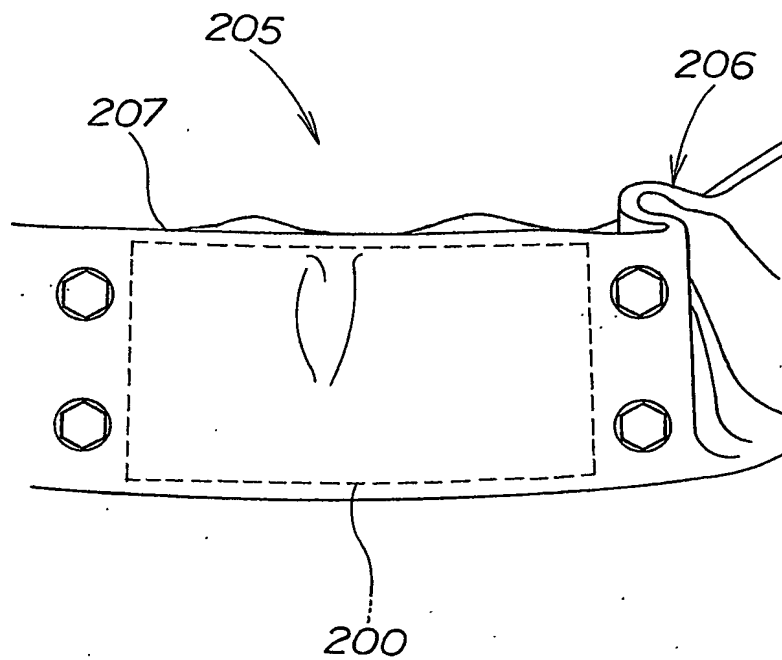


図 20D
(先行技術)



14/15

図 21
(先行技術)



15/15

図 22
(先行技術)

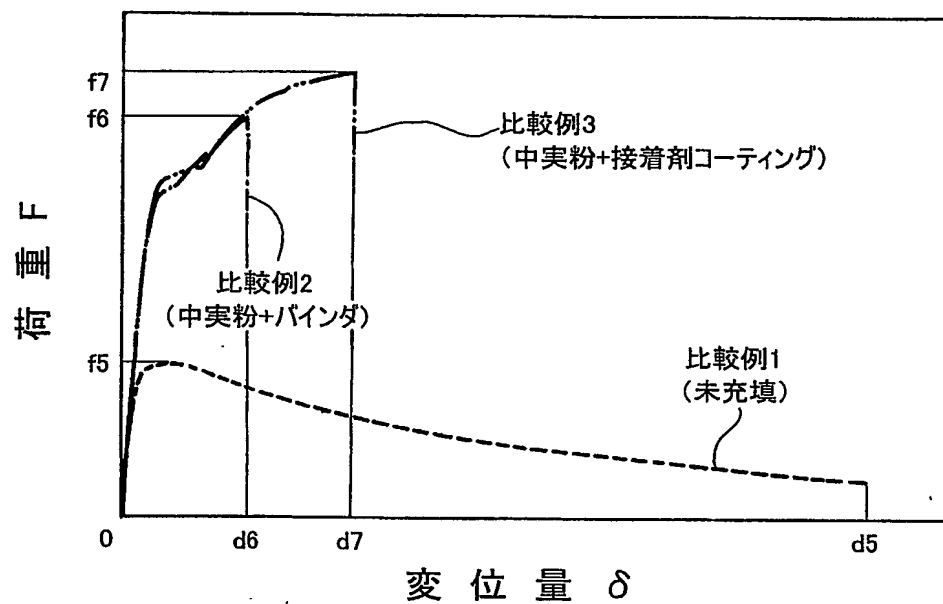
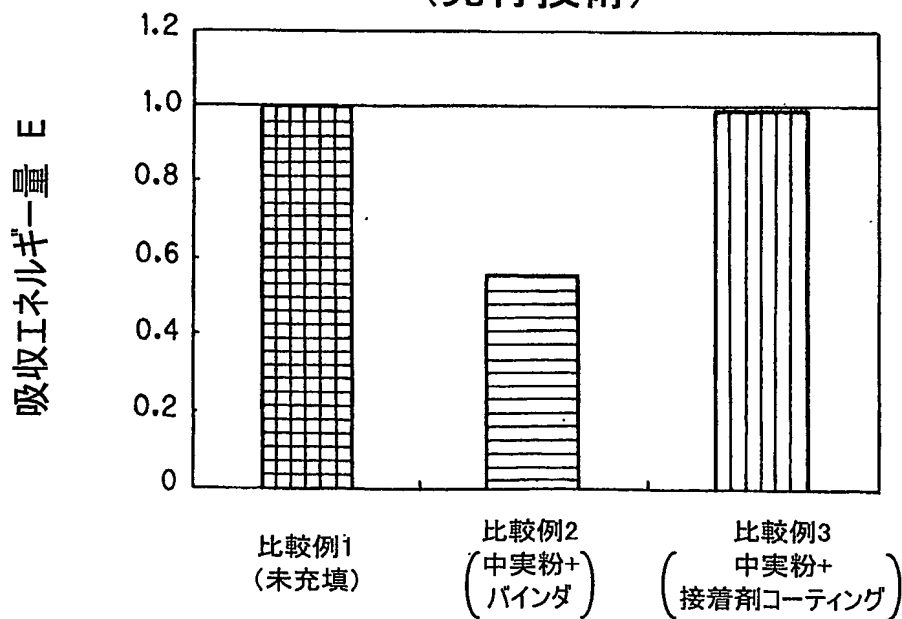


図 23
(先行技術)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/009213

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ B62D25/00, F16F7/12

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ B62D25/00, F16F7/12

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-63443 A (Kabushiki Kaisha Neokkusu Rabo), 05 March, 2003 (05.03.03), (Family: none)	1, 2

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
08 September, 2004 (08.09.04)

Date of mailing of the international search report
21 September, 2004 (21.09.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ B62D25/00, F16F7/12

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ B62D25/00, F16F7/12

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2003-63443 A (株式会社ネオックスラボ) 2003.03.05, (ファミリーなし)	1, 2

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

08.09.2004

国際調査報告の発送日

21.9.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

山内 康明

3D

9255

電話番号 03-3581-1101 内線 3341

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.